

Asignatura: **Teoría de Redes y Control**

Código: 10-09208	RTF	6
Semestre: Sexto	Carga Horaria	72
Bloque: Tecnologías básicas	Horas de Práctica	8

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Electrotecnia General y Máquinas Eléctricas
- Teoría de Señales

Contenido Sintético:

1. Análisis de redes eléctricas utilizando la transformada de Laplace
2. Respuesta en frecuencia. Bode
3. Cuadripolos. Filtros pasivos. Redes Activas
4. Generalidades de los sistemas de control
5. Funciones de Transferencia de sistemas físicos. Modelización.
6. Análisis de Sistemas de control en el dominio temporal. Lugar de Raíces.
7. Compensación de sistemas realimentados.
8. Introducción a Controladores industriales.

Competencias Genéricas:

- CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
- CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.

Aprobado por HCD: 994-HCD-2023

RES: Fecha:12/11/2023

Competencias Específicas:

- CE 8A4: Plantear modelos matemáticos y comprender los principios para generalizar las soluciones específicas de los problemas de ingeniería biomédica mediante herramientas informáticas basadas en algoritmos matemáticos.
- CE 8A5: Manejar herramientas informáticas que permitan el desarrollo de soluciones en el ámbito de la ingeniería biomédica.
- CE 8B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.
- CE 8B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

Presentación

La asignatura **Teoría de Redes y Control**, ubicada en el tercer año, sexto semestre del ciclo de la carrera de **Ingeniería Biomédica**, y depende del Departamento de Electrónica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Esto la sitúa al medio del ciclo y presupone en el alumno una base elemental de las herramientas matemáticas, así como el manejo de esquemas metodológicos básicos para encarar la resolución de problemas. Tiene dos materias directamente correlativas: Electrotecnia General y Máquinas Eléctricas y Teoría de Señales.

En la asignatura se abordan los temas básicos de las redes eléctricas: su análisis y síntesis, y del control automático: realimentación, modelo matemático, respuesta temporal, lugar geométrico de raíces, compensación. Los contenidos se asocian a procesos físicos y aplicaciones técnicas, buscando despertar en el estudiante el interés en su identificación y posibles aplicaciones. Es materia fundamental de soporte teórico para otras áreas de interés tecnológico, como es la Robótica, la Mecatrónica, La Automatización y la Instrumentación. Se trata además de introducir al estudiante en el uso de herramientas de cómputo para modelado y simulación, tales como Octave, MATLAB y/o SIMULINK.

Es deseable realizar un enfoque del programa orientándose hacia particularidades propias de la biomédica para promover en el alumno la reflexión crítica, desarrollando el pensamiento científico en sus aspectos operativos y formativos, así como desarrollar en el alumno habilidades para la abstracción y la modelización de los sistemas dinámicos que se presentan en el mundo real, con la incorporación de nuevas herramientas y destrezas que le permitirán ponerse en contacto con diseños bioingenieriles que le serán de utilidad en su vida profesional.

Contenidos

1. Análisis de redes eléctricas utilizando la transformada de Laplace

Elementos pasivos: R, L y C. Fuentes independientes. Resolución de circuitos con ayuda de la transformada de Laplace. Fuentes dependientes.

2. Respuesta en frecuencia. BODE.

Análisis de la respuesta en frecuencia. Gráficas de la respuesta en frecuencia Diagrama de Bode (diagrama asintótico): ejemplo de trazado. Obtención de la respuesta en frecuencia con Octave o software similar.

3. Cuadripolos. Filtros pasivos. Redes Activas

Definición. Convención de signos. Parámetros z , y , ABCD: definición, propiedades, circuitos equivalentes. Cuadripolos equivalentes: T y π . Interconexión de cuadripolos serie, cascada, paralelo. Introducción al diseño de redes activas. Circuito con amplificador operacional: inversor, no inversor, sumador. Filtros de Butterworth y de Chebyshev. Compensador Proporcional, Derivador e Integrador.

4. Generalidades de los sistemas de control

Introducción. Generalidades. Definiciones. Sistemas de Lazo Abierto y Lazo Cerrado. La realimentación y sus efectos. Requisitos Básicos y Elementos constitutivos de un Sistema de Control. Los Sistemas de Control Automático (SCA) en la Ingeniería. Ejemplos de aplicación.

5. Funciones de Transferencia de sistemas físicos. Modelización.

Modelización matemática de sistemas físicos. Ecuaciones diferenciales. Sistemas mecánicos. Sistemas eléctricos. Análogos. Función de Transferencia. Diagrama en bloques. Álgebra de bloques.

6. Análisis de los sistemas de control en el dominio temporal. Lugar de raíces

Introducción. Respuesta en régimen permanente. Respuesta en régimen transitorio. Sistema de primer orden y segundo orden. Estabilidad absoluta y relativa. Técnica del Lugar de Raíces. Reglas para el trazado y aplicación de la técnica del Lugar de Raíces a la solución de raíces de un polinomio.

7. Compensación de sistemas realimentados.

Introducción. Procedimiento de diseño de compensación por el método del Lugar de Raíces. Casos de aplicación.

8. Introducción a los Controladores Industriales.

Controladores industriales típicos. ON-OFF. Proporcional. Proporcional Integral (PI). Proporcional Derivativo (PD). Proporcional, Integral y Derivativo (PID). Efecto de los controladores. Casos de aplicación.

Metodología de enseñanza

Las clases son teórico-prácticas y de laboratorio, proponiendo un modelo centrado en el estudiante y en el aprendizaje basado en competencias, abordado desde un enfoque constructivista. El “saber hacer” se refiere a los conocimientos procedimentales, el manejo de técnicas y procedimientos necesarios para la ejecución de la resolución de problemas de la temática de manera eficiente y sistemática.

Las clases teóricas se organizan sobre la base de presentación del tema por parte del docente del teórico, destacando los conceptos más importantes y la ilustración de los mismos con ejemplos simples, casos tipos, que permitan entender los conceptos teóricos expuestos. Se procura la participación activa de los estudiantes mediante tareas propuestas que se validan para dar continuidad.

Las clases prácticas se estructuran sobre la resolución de problemas por parte de los alumnos y el respaldo y guiado permanente del docente. Se procura orientar a los estudiantes para el abordaje de la ejercitación individual y/o grupal.

Las clases de laboratorio consisten en la implementación de sistemas sencillos y/o el análisis de laboratorios en modalidad virtual o una combinación de ambos para la indagación y validación de contenidos tácitos en el Laboratorio de Electrónica de la FCEFYN de la UNC, La utilización de software de simulación de circuitos eléctricos para verificar los conceptos y soluciones obtenidas en las clases teóricas y prácticas.

La metodología de enseñanza abarca: Clase expositiva, Exposición dialogada, Resolución de ejercicios, Aprendizaje basado en Problemas, Modelado, Trabajo de laboratorio, Simulación.

Evaluación

Durante el cursado de la asignatura será calificado en las siguientes instancias:

- Evaluación continua: por su participación en el desarrollo de las clases teórico-prácticas y el cumplimiento de las consignas dadas (conceptual y competencias).
- Dos exámenes parciales teórico-prácticos y sus recuperatorios.
- Aprobación de las prácticas de laboratorio (informe)

Las evaluaciones combinarán cuestiones con conceptuales mediante: Múltiple Choice, Respuesta Corta y resoluciones de ejercicios y problemas mediante

Condiciones de aprobación

Condiciones de regularización:

1. Asistir al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio.
2. Aprobar dos (2) exámenes parciales prácticos con nota no inferior a 4 (cuatro) puntos, implica el 60% del contenido correcto.
3. Aprobar las prácticas de laboratorio

Condiciones de promoción

1. Asistir al 80% de las clases teóricas, prácticas y de laboratorio.
2. Aprobar los dos (2) parciales prácticos con nota no inferior a 4 (cuatro) puntos y los dos (2) parciales teóricos, o sus recuperatorios, habiendo obtenido una nota promedio general en las cuatro instancias de 6 (seis) puntos (corresponde al 70% del contenido correcto) o más.
3. Aprobar las prácticas de laboratorio.

La nota final se calculará promediando las notas de los parciales que en promedio deben dar 6 (seis) o más.

Actividades prácticas y de laboratorio

Objetivos

Otorgar a los estudiantes experiencias del funcionamiento de circuitos eléctricos/electrónicos simples diseñados especialmente y en consistencia con lo desarrollado en el teórico-práctico, a través del conocimiento de los mismos en base a mediciones realizadas con instrumental del Laboratorio de Electrónica.

Validar los conocimientos teóricos mediante el acercamiento a situaciones reales para la obtención de competencias en el saber hacer, pertinentes a nuestra asignatura.

Propuesta metodológica

Al inicio de cada ciclo de clases se publicará el cronograma de actividades que incluirá los trabajos prácticos y actividades de laboratorio.

Las actividades en el Laboratorio amplían y complementan los conceptos teóricos y la visión de los alumnos sobre la realidad en la temática proporcionando una mejor comprensión a los sistemas controlados de distinta naturaleza y sus aplicaciones.

Resultados de aprendizaje

Competencias	Resultados de aprendizaje
<p>CG1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.</p>	<p>RA1: Identificar los conceptos de la teoría de control para sistemas lineales a parámetros concentrados, invariables en el tiempo, con ejemplificación en equipos y procesos (con aplicación a la bioingeniería y equipos biomédicos). A partir de esta formación básica, el estudiante podrá extender los conocimientos a sistemas no lineales.</p> <p>RA2: Realizar modelos matemáticos de sistemas dinámicos reales representables por ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.</p> <p>RA5: Predecir el comportamiento de sistemas realimentados en el campo temporal, aplicándolo a casos particulares de control en los procesos más relevantes en ingeniería (en particular de bioingeniería).</p>
<p>CG4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.</p>	<p>RA3: Estudiar los elementos del lazo de realimentación, conocer su tecnología y tener criterio para hacer adopciones de los distintos componentes del lazo.</p> <p>RA5: Predecir el comportamiento de sistemas realimentados en el campo temporal, aplicándolo a casos particulares de control en los procesos más relevantes en ingeniería (en particular de bioingeniería).</p> <p>RA6: Entender la compensación de sistemas realimentados en base a requisitos de funcionamiento temporal</p>
<p>CG9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.</p>	<p>RA3: Estudiar los elementos del lazo de realimentación, conocer su tecnología y tener criterio para hacer adopciones de los distintos componentes del lazo.</p> <p>RA4: Conocer el diseño de sistemas realimentados y el estudio de la estabilidad de los mismos.</p> <p>RA5: Predecir el comportamiento de sistemas realimentados en el campo temporal, aplicándolo a casos particulares de control en los procesos más relevantes en ingeniería (en particular de bioingeniería).</p>
<p>CE 8A4: Plantear modelos matemáticos y comprender los principios para generalizar las soluciones específicas de los problemas de ingeniería biomédica mediante herramientas informáticas basadas en algoritmos matemáticos.</p>	<p>RA2: Realizar modelos matemáticos de sistemas dinámicos reales representables por ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.</p> <p>RA5: Predecir el comportamiento de sistemas realimentados en el campo temporal, aplicándolo a casos particulares de control en los procesos más relevantes en ingeniería (en particular de bioingeniería).</p>

<p>CE 8A5: Manejar herramientas informáticas que permitan el desarrollo de soluciones en el ámbito de la ingeniería biomédica.</p>	<p>RA1: Identificar los conceptos de la teoría de control para sistemas lineales a parámetros concentrados, invariables en el tiempo, con ejemplificación en equipos y procesos (con aplicación a la bioingeniería y equipos biomédicos). A partir de esta formación básica, el estudiante podrá extender los conocimientos a sistemas no lineales.</p> <p>RA2: Realizar modelos matemáticos de sistemas dinámicos reales representables por ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.</p>
<p>CE 8B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.</p>	<p>RA5: Predecir el comportamiento de sistemas realimentados en el campo temporal, aplicándolo a casos particulares de control en los procesos más relevantes en ingeniería (en particular de bioingeniería).</p> <p>RA6: Entender la compensación de sistemas realimentados en base a requisitos de funcionamiento temporal</p>
<p>CE 8B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.</p>	<p>RA1: Identificar los conceptos de la teoría de control para sistemas lineales a parámetros concentrados, invariables en el tiempo, con ejemplificación en equipos y procesos (con aplicación a la bioingeniería y equipos biomédicos). A partir de esta formación básica, el estudiante podrá extender los conocimientos a sistemas no lineales.</p> <p>RA2: Realizar modelos matemáticos de sistemas dinámicos reales representables por ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.</p> <p>RA4: Conocer el diseño de sistemas realimentados y el estudio de la estabilidad de los mismos.</p>

Bibliografía

1. Joseph Edminister, Circuitos Eléctricos Series Schaum: Madrid [etc.] McGraw-Hill, D.L.2001 3º Edición 575p. : il ISBN: 84-481-1061-7
2. Van Valkenburgh, Análisis de Redes Editorial Limusa S.A. De C.V. · Fecha de publicación. 1 Enero 2002 · ISBN-10. 9681801784
3. Van Valkenburgh, Networks Synthesis Introduction, Edition, illustrated ; Publisher, CBLS Publishers, 1991.
4. Benjamín Kuo- Sistemas Automáticos de Control, Prentice Hall, 1997, Español, ISBN-10 : 9688807230, ISBN-13 : 978-9688807231
5. Katsuhiko Ogata- Ingeniería de Control Moderna - PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2010 ISBN: 978-84-8322-660-5
6. John J. D'azzo -Houpis- Sistemas Realimentados de Control, ED. PARANINFO; ISBN: 9788428303019, 1980.
7. Richard Dorf, Modern Control System, 14th edition. Published by Pearson, 2021, ISBN 13: 9780201501742.

8. William Bolton - Ingeniería de Control – - 2b: Edición (Spanish Edition) ISBN 13: 9789701506363
9. Material didáctico de clase desarrollado por la Cátedra